

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. August 2004 (26.08.2004)

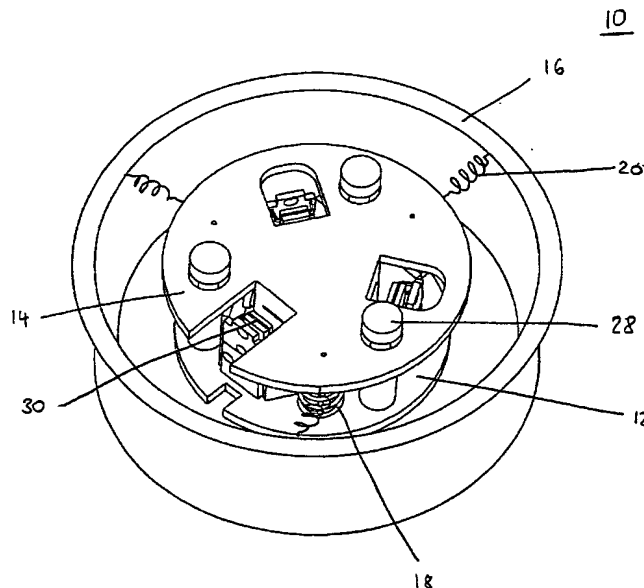
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/072599 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01L 5/16
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/006058
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Juni 2003 (10.06.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 25 418.4 7. Juni 2002 (07.06.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): 3DCONNEXION GMBH [DE/DE]; An der Hart-  
mühle 8, 82229 Seefeld (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GOMBERT, Bernd  
[DE/DE]; Birkenweg 2, 82284 Grafrath (DE).
- (74) Anwalt: SCHMIDT, Steffen, J.; Wuesthoff & Wuesthoff,  
Schweigerstr. 2, 81541 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaat (national): US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MEASURING DEVICE FOR MEASURING POSITIONS OR MOVEMENTS

(54) Bezeichnung: MESSVORRICHTUNG ZUM MESSEN VON POSITIONEN ODER BEWEGUNGEN



(57) **Abstract:** A measuring device, for measuring positions or movements of the objects relative to each other with a force and/or moment sensor and a transmission spring device, whereby the force and/or moment sensor is elastically connected to one of the objects at least by means of the transmission spring device, is disclosed. The invention further relates to a force and/or moment sensor with the measuring device and a control bar with the measuring device or the force and/or moment sensor.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/072599 A1



---

**(57) Zusammenfassung:** Eine Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander mit einem Kraft- und/oder Momentensensor und einer Übersetzungsfedereinrichtung, wobei der Kraft- und/oder Momentensensor mit einem der Gegenstände mindestens über die Übersetzungsfedereinrichtung elastisch verbunden ist. Ein Kraft- und/oder Momentensensor mit der Messvorrichtung. Ein Steuerknüppel, mit der Messvorrichtung oder dem Kraft- und/oder Momentensensor.

## MESSVORRICHTUNG ZUM MESSEN VON POSITIONEN ODER BEWEGUNGEN

## Beschreibung

## Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Kraft- und/oder Momentensensor, der sich einer solchen Messvorrichtung bedient. Schließlich betrifft die Erfindung einen Steuerknüppel, der die Messvorrichtung aufweist.

## Stand der Technik

Aus DE 36 11 336 C2 ist einen Kraft- und Drehmomentfühler bekannt, der alle sechs möglichen Kraft- und Drehmoment-Komponenten im kartesischen Koordinatensystem mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen misst. Die Vorrichtung besteht aus zwei übereinander angeordneten Speichenrädern mit jeweils vier Speichen und insgesamt 20 Dehnungsmessstreifen, die miteinander verdrahtet sind.

DE 36 11 337 A1 offenbart eine optoelektronische Anordnung, die ebenfalls sechs Komponenten erfassen kann. Zu diesem Zweck sind sechs lichtemittierende Einrichtungen in gleichen Winkelabständen zueinander in einer gemeinsamen Ebene im Inneren einer Kunststoffkugel angeordnet. Jeder lichtemittierenden Einrichtung ist eine fest angeordnete Schlitzblende vorgeschaltet. Die Relativbewegungen oder Relativpositionen werden durch lichtempfindliche Detektoren aufgenommen, die relativ zu den Anordnungen aus lichtemittierenden Einrichtungen und Schlitzblenden beweglich angeordnet sind. Die Detektorachse eines jeden Detektors verläuft senkrecht zur Schlitzrichtung der zugeordneten Schlitzblende.

Weitere Dokumente ohne Anspruch auf Vollständigkeit, die den technischen Hintergrund für die Erfindung zeigen, sind:

DE 27 27 704 C3, DE 36 11 336 C2, DE 32 40 241 A1,  
US 3,921,445, US 3,628,394.

Der Erfindung zugrundeliegendes Problem

Die bekannten Messvorrichtungen haben nur einen begrenzten Messbereich. Dieser ist im Wesentlichen durch Art, Länge und Anordnung der Speichen und Dehnungsmessstreifen bzw. durch die Art und relative Anordnung der lichtemittierenden Einrichtungen, Schlitzblenden und lichtempfindlichen Detektoren bestimmt.

Bei unterschiedlichen Verwendungen der Messvorrichtung muss in unterschiedlichen Kraft- oder Wegmessbereichen gemessen werden. Es werden demnach für die Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten eine Vielzahl von Kleinserien mit entsprechenden Komponenten und Anordnungen der Komponenten hergestellt.

Ausgehend vom Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander zu schaffen, die einfach an unterschiedliche Messbereiche angepasst werden kann. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, einen Kraft- und/oder Momentensensor zu schaffen, dessen Kraft-Weg-Kennlinie an die Erfordernisse unterschiedliche Anwendungen angepasst werden kann. Schließlich liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, einen Steuerknüppel für die Eingabe von bis zu sechs Kraft- bzw. Drehmomentkomponenten zu schaffen.

#### Erfindungsgemäße Lösung

Zum Erfüllen diese Aufgabe lehrt die Erfindung eine Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander, die durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert ist. Sie lehrt weiter einen Kraft- und/oder Momentensensor, der durch die Merkmale des Anspruchs 16 definiert ist. Schließlich lehrt die Erfindung einen Steuerknüppel, der durch die Merkmale des Anspruchs 17 definiert ist.

Die Übersetzungsfedereinrichtung der erfindungsgemäßen Messvorrichtung kann einen Federweg oder eine Federdrehung in eine Kraft bzw. ein Moment umsetzen. Mit dem Kraft- und/oder Momentenfühler wird diese Kraft gemessen. Durch entsprechende Wahl der Übersetzungsfedereinrichtung kann der Messbereich der Messvorrichtung an die Erfordernisse der Anwendung angepasst werden.

#### Aufbau und Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung

Eine bevorzugte Ausführung der erfindungsgemäßen Messvorrichtung umfasst eine Messfedereinrichtung und eine Übersetzungsfedereinrichtung, die in Reihe angeordnet sind. Die in Reihe geschalteten Federeinrichtungen verbinden eine erste Baugruppe mit einer dritten Baugruppe. Die erste Baugruppe ist mit dem einen, die dritte Baugruppe mit dem anderen der beiden Gegenstände verbunden, deren Relativbewegungen oder Relativpositionen gemessen werden sollen. In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung können die erste und/oder die dritte Baugruppe auch die Gegenstände selbst sein. Eine zweite Baugruppe ist zwischen den beiden in Serie geschaltete Federeinrichtungen angeordnet. Mindestens eine optoelektronische Messzelle misst die Weglänge der Relativbewegung  $s_1$  der zweiten Baugruppe relativ zur ersten Baugruppe, die sich aus der Weglänge der Relativbewegung  $s_2$  der dritten Baugruppe relativ zur ersten Baugruppe näherungsweise wie folgt ergibt:

$$s_1 = s_2 \cdot K_2 / (K_1 + K_2).$$

Hierbei ist  $K_1$  die Federkonstante der Übersetzungsfedereinrichtung zwischen der ersten und der zweiten Baugruppe, und  $K_2$  ist die Federkonstante der Übersetzungsfedereinrichtung zwischen der zweiten und der dritten Baugruppe.

Wenn also die Messzelle auch Relativbewegungen mit Weglängen  $s_1$  nur in einem begrenzten Wertebereich messen kann, so lässt sich der Bereich, in dem Weglängen  $s_2$  der Relativbewegungen zwischen der ersten Baugruppe und der dritten Baugruppe gemessen werden können, durch geeignete Wahl von  $K_2$  doch nahezu beliebig größer einstellen. Wenn die Messzelle zum Beispiel Relativbewegungen entlang einer Achse mit Weglängen im Bereich von minus 2 mm bis plus 2 mm messen kann, die Messvorrichtung jedoch Relativbewegungen zwischen der ersten und der dritten Baugruppe mit Weglängen im Bereich von minus 8 mm und plus 8 mm messen soll, so lässt sich dies erreichen, in dem man eine Übersetzungsfedereinrichtung mit einer Federkonstante wählt, für die gilt:

$$K_2 = 1/3 \cdot K_1$$

In einer bevorzugten Ausführung definiert die dritte Baugruppe einen Innenraum, in dem die erste und die zweite Baugruppe angeordnet sind. Die dritte Baugruppe kann zum Beispiel Teil des Gehäuses der Messvorrichtung sein. Der Innenraum muss nicht geschlossen sein. Die dritte Baugruppe ist vorzugsweise fest mit einem Gegenstand

verbunden, dessen Position relativ zu einem anderen Gegenstand erfasst werden soll. Besonderes bevorzugt ist die dritte Baugruppe selbst dieser Gegenstand, zum Beispiel das Gehäuse eines Steuerknüppels.

Die Übersetzungsfedereinrichtung, welche die dritte und die zweite Baugruppe miteinander verbindet, umfaßt bevorzugt eine der folgende Komponenten oder Kombinationen daraus: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil. In einer bevorzugten Ausführung ist die zweite Baugruppe durch die Übersetzungsfedereinrichtung in Zentrum des Rings der dritten Baugruppe aufgehängt. Vorzugsweise umfaßt die Übersetzungsfedereinrichtung hierzu drei Komponenten. Die Komponenten sind bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet. Darüber hinaus weisen sie bevorzugt die gleiche Federkonstante auf. Die Komponenten der Übersetzungsfedereinrichtung sind besonderes bevorzugt Schraubenfedern. Außerdem sind die Komponenten der Übersetzungsfedereinrichtung bevorzugt vorgespannt.

Die Messfedereinrichtung, welche die erste mit der zweiten Baugruppe verbindet, umfaßt bevorzugt eine der folgenden Komponenten oder Kombinationen daraus: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil. Auch die Messfedereinrichtung umfasst bevorzugt drei Komponenten, und die Komponenten der Messfedereinrichtung sind bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet. In einer bevorzugten Ausführung der Messvorrichtung umfassen die erste Baugruppe und die zweite Baugruppe jeweils eine Leiterplatte. Auf diese Weise können die erste und die zweite Baugruppe auf einfache Weise mit den Elementen der Messzellen, also positionsempfindlichen Detektoren, Blenden und Lichtemissionseinrichtungen, sowie ggf. Steuerelektronik und anderen Komponenten versehen werden.

In einer bevorzugten Ausführung umfasst mindestens eine Komponente der ersten Federeinrichtung mindestens eine Schraubenfeder, deren Enden durch Löten fest mit der ersten bzw. der zweiten Baugruppe verbunden sind. Die Schraubenfedern können so in alle Richtungen belastet werden, d.h. es können Schub- und Druckkräfte sowie quer zu Schraubenfeder angreifende Kräfte wirken, ohne dass sich die Schraubenfedern in ihrem Sitz bewegen oder gar heraus springen. In einer anderen bevorzugten Ausführung umfasst eine Komponente der ersten Federeinrichtung mindestens einen Elastomerzylinder, dessen Enden durch Kleben mit der ersten bzw. zweiten Baugruppe verbunden sind.

Ein System, das die erste Baugruppe, die zweite Baugruppe, die Messfedereinrichtung und die optoelektronischen Messzellen umfaßt, läßt sich auf einfache Weise in Serie produzieren. Durch Wahl einer geeigneten Übersetzungsfedereinrichtung wird die Messvorrichtung anschließend an den gewünschten Messbereich angepaßt.

In einer bevorzugten Ausführung umfaßt die Messvorrichtung außerdem mindestens eine Anschlagvorrichtung, welche die Bewegung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe begrenzt. Dies ist vorzugsweise durch Anschlagbolzen realisiert, die fest mit der ersten Leiterplatte verbunden sind. Auf diese Weise wird die Messvorrichtung gegen Überlastung geschützt. Die Anschlagbolzen ragen durch Löcher in der zweiten Baugruppe durch diese hindurch.

In einer bevorzugten Ausführung umfaßt die Messvorrichtung sechs optoelektronische Messzellen. Auf diese Weise lassen sich Relativbewegungen und Relativpositionen in sechs Freiheitsgraden messen. Dabei messen bevorzugt drei Messzellen Bewegungen parallel zur Ebene der ersten Leiterplatte, und drei Messzellen Bewegungen senkrecht dazu. Die optoelektronischen Messzellen sind bevorzugt auf dem Umfang eines Kreises, besonderes bevorzugt in Paaren und vorzugsweise rotations-symmetrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreises angeordnet. Dabei wechseln sich bevorzugt Messzellen, die Bewegungen in der Ebene messen, mit solchen, die Bewegungen senkrecht dazu messen, ab.

Jede optoelektronische Messzelle umfaßt einen im Strahlengang einer Lichtemissionseinrichtung angeordneten positionsempfindlichen Detektor sowie eine im Strahlengang der Lichtemissionseinrichtung zwischen der Lichtemissionseinrichtung und dem positionsempfindlichen Detektor angeordnete Schlitzblende. Die Detektorachse des positionsempfindlichen Detektors ist senkrecht zu einer Schlitzrichtung der Schlitzblende ausgerichtet. So fällt nur ein schmaler Lichtbalken auf den hinter der Blende liegenden positionsempfindlichen Detektor. Die Schlitzblenden der Messzellen, die Bewegungen in der Ebenen messen, verlaufen senkrecht zur Ebene, während die Schlitzblenden der Messzellen, die Bewegungen senkrecht zur Ebene messen parallel zur Ebene verlaufen. Besonderes bevorzugt handelt es sich bei den Lichtemissionseinrichtungen um Infrarotleuchtdioden und bei den positionsempfindlichen Detektoren und positionsempfindliche Infrarotdetektoren.

Ein Element eines Systems bestehend aus Lichtemissionseinrichtung, Schlitzblende und Detektor ist relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar. Folglich ist die

Lage des schmalen Lichtbalkens auf dem positionsempfindlichen Detektor von der Position des bewegbaren Elements relativ zu den anderen beiden Elementen abhängig, und so ist es möglich Relativpositionen oder Relativbewegungen zu detektieren.

Bevorzugt ist jeder Messzelle eine eigene Lichtemissionseinrichtung zugeordnet, die radial zu einem Kreisumfang hin leuchtet. Dort stehen den Infrarotleuchtdioden die positions-empfindlichen Infrarotdetektoren gegenüber. Der Strahlengang verläuft also jeweils in einer vom Zentrum ausgehenden Richtung. Dadurch, dass jeder Messzelle eine eigene Lichtemissionseinrichtung zugeordnet ist, kann das Ausgangssignal der positionsempfindlichen Detektoren verwendet werden, um die Ströme der ihnen jeweils zugeordneten Lichtemissionseinrichtungen so zu regeln, das auf jeden positionsempfindlichen Detektor die gleiche konstante Lichtmenge trifft. Das hat den Vorteil, das alle sechs Messsysteme in weiten Bereichen unbeeinflusst von Temperatur und Alterungseinflüssen sowie Verschmutzung und Bauteiltoleranz sind.

Um Relativbewegungen zu messen zu können muß jeweils eine Komponente des Systems Lichtemissionseinrichtung, Schlitzblende, Detektor relativ zu den beiden Elementen bewegbar sein. In einer bevorzugten Ausführung ist bei jeder Messzelle die Schlitzblende entweder auf der ersten oder auf der zweiten Baugruppe angeordnet, und die positionsempfindlichen Detektoren und die Lichtemissionseinrichtungen sind gemeinsam auf der jeweils anderen der beiden Baugruppen angeordnet. Dies hat den Vorteil, das alle elektronischen Komponenten auf eine einzigen Leiterplatte untergebracht werden können.

Der erfindungsgemäße Kraft- und/oder Momentensensor macht von der Messvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung gebrauch. Hierbei wird ausgenutzt, dass sich durch die Wahl der Federkonstante der Übersetzungsfedereinrichtung die Kraft-Weg-Kennlinie des Kraft- und/oder Momentensensors in weiten Bereichen einstellen läßt. Die Weglänge der Relativbewegung  $s_2$  zwischen der ersten und der dritten Baugruppe hängt von der dazu aufgebrachten inkrementellen Kraft wie folgt ab:

$$s_2 = F \cdot (1/K_1 + 1/K_2).$$

$s_2$  ist dabei die Weglänge der Relativbewegung zwischen der ersten und der dritten Baugruppe,  $F$  ist die dazu aufgebrachte inkrementelle Kraft.



Die erfindungsgemäße Messvorrichtung bzw. der erfindungsgemäße Kraft- und/oder Momentensensor läßt sich besonderes vorteilhaft in Steuerknüppeln einsetzen, wie sie z.B. bei Computerspielen an PCs oder an Spielkonsolen, aber auch z.B. zur Steuerung von Maschinen und Transportmitteln zum Einsatz kommen. Hier ist es notwendig, den Messbereich den jeweiligen Umgebungsbedingungen der Anwendung anzupassen. Entsprechend umfaßt die vorliegende Erfindung auch einen Steuerknüppel, der sich der Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander oder eines Kraft- und/oder Momentensensors nach einem der vorgehenden Ansprüche bedient.

Weitere Merkmale, Eigenarten, Vorteile und mögliche Abwandlungen werden für den Fachmann an Hand der nachstehenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführung deutlich, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 erläutert schematisch die Funktionsweise der Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander und des Kraft- und/oder Momentensensors.

Fig. 2 zeigt eine Ausführung der Messvorrichtung und des Kraft- und/oder Momentensensors in perspektivischer Ansicht von oben.

Fig. 3 zeigt eine Teilansicht der Messvorrichtung und des Kraft- und/oder Momentensensors in perspektivischer Ansicht von oben.

#### Ausführliche Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Im folgenden wird die Funktionsweise der Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände zueinander an Hand der Fig. 1 beschrieben. Die Vorrichtung besteht aus einer ersten 12, einer zweiten 14 und einer dritten Baugruppe 16, die durch eine Mess- 18 und eine Übersetzungsfedereinrichtung 20 miteinander verbunden sind. Die Messfedereinrichtung 18 weist Federeigenschaften mit einer Federkonstanten  $K_1$  in die durch die Gerade 22 dargestellte Richtung auf, die Übersetzungsfedereinrichtung 20 weist Federeigenschaften mit der Federkonstanten  $K_2$  in die gleiche Richtung auf. Soll die Messvorrichtung auch zum Erfassen von Weglängen von Relativbewegungen oder Relativpositionen in andere Raumrich-

tungen und/oder zum Erfassen von Drehbewegungen eingesetzt werden, so sollten die Federeinrichtungen in analoger Weise auch in diese Raumrichtungen Federeigenschaften aufweisen, und zwar im wesentlichen lineare Federeigenschaften zur Messung von Translationen und Torsionsfedereigenschaften zum Messen von Drehbewegungen. In Fig. 1 wird aber der Einfachheit halber davon ausgegangen, dass nur Translationsbewegungen entlang der durch die Gerade 22 angegebenen Richtung gemessen werden sollen. Es ist auch möglich, nicht lineare Federkennlinien zu berücksichtigen. Dies kann jedoch bei der Auswertung einen höheren Rechenaufwand erfordern.

Die zweite Baugruppe 14 und die dritte Baugruppe 16 sind relativ zur ersten Baugruppe 12 frei beweglich. Wie im unteren Teil der Fig. 1 dargestellt, führt eine Verschiebung der dritten Baugruppe 16 relativ zur ersten Baugruppe 12 auch zu einer Verschiebung der zweiten Baugruppe 14 relativ zur ersten Baugruppe 12. Das Ausmaß der Verschiebung  $s_1$  hängt, wie weiter oben dargestellt, von  $s_2$  und den Federkonstanten  $K_1$  und  $K_2$  ab. Die Verschiebung  $s_1$  wird von einer optoelektronischen Messvorrichtung gemessen. Bei bekanntem  $K_1$  und  $K_2$  kann daraus  $s_2$  ermittelt werden.

Um die Verschiebung zu bewirken, muß eine inkrementelle Kraft  $F$  aufgewandt werden. Auf diese Weise kann die erfindungsgemäße Messvorrichtung 10 auch als Kraft- und/oder Momentensensor eingesetzt werden. Das Verhältnis zwischen inkrementeller Kraft  $F$  und der Weglänge der Relativbewegung  $s_2$  kann, wie weiter oben dargestellt, durch die Federkonstanten  $K_2$  und  $K_1$  eingestellt werden.

Eine perspektivische Ansicht der erfindungsgemäßen Messvorrichtung 10 ist in Fig. 2 dargestellt. Mit dieser Vorrichtung 10 können Relativpositionen und Relativbewegungen in allen sechs Freiheitsgraden gemessen werden, also Translationen in drei Raumrichtungen und Rotationen um diese Raumrichtungen. Dazu bildet die dritte Baugruppe 16 einen Ring, in dessen Inneren die erste Baugruppe 12 und die zweite Baugruppe 14 angeordnet sind. Die zweite Baugruppe 14 ist durch die Federeinrichtung 20 in der Mitte des Rings 16 aufgehängt und frei beweglich. Die Übersetzungsfedereinrichtung 20 besteht aus drei vorgespannten Schraubenfedern. Die Schraubenfedern sind kreisförmig um das Zentrum des Rings herum angeordnet und weisen einen Winkelabstand von je  $120^\circ$  zueinander auf.

Die Übersetzungsfedereinrichtung 20 hat somit Federeigenschaften in alle drei Raumrichtungen und wirkt außerdem als Torsionsfeder bei Drehungen um dieser Raumrichtungen.

Die dritte Baugruppe 16 ist Teil des Gehäuses eines Steuerknüppels für einen Personalcomputer oder eine Spielkonsole. Die zweite 14 und die erste Baugruppe 12 sind Leiterplatten. Die erste Baugruppe 12 ist mit der zweiten Baugruppe 14 durch eine Messfedereinrichtung 18 verbunden, die aus drei Spiralfedern besteht, deren eines Ende jeweils mit der zweiten Baugruppe 14 und deren anderes Ende jeweils mit der ersten Baugruppe 12 fest verlötet ist.

So wirkt auch die Messfedereinrichtung 18 sowohl als lineare Federeinrichtung in alle drei Raumrichtungen, als auch als Torsionsfeder bei Drehungen um diese Raumrichtungen. Die Messfedereinrichtung 18 umfasst drei Schraubenfedern, die rotations-symmetrisch mit einem Winkel von je  $120^\circ$  zueinander angeordnet sind.

Um die Relativbewegungen oder Relativpositionen der ersten 12 und zweiten Baugruppe 14 zu begrenzen, so dass durch Überlastung keine Beschädigung der Messvorrichtung 10 bzw. des Kraft- und/oder Momentensensors auftreten kann, sind drei Anschlagvorrichtungen 24 in Form von Anschlagbolzen vorgesehen. Die Anschlagbolzen sind fest mit der ersten Baugruppe 12 verbunden und ragen durch Löcher in der zweiten Baugruppe 14. Die horizontal Bewegung der zweiten Baugruppe 14 relativ zur ersten Baugruppe 12 ist durch den Durchmesser der Anschlagvorrichtung 24 bestimmt. Die Bewegung der beiden Baugruppen 12 und 14 zueinander ist durch Verdickungen 26 und 28 an den bolzenförmigen Anschlagvorrichtungen 24 begrenzt. Die Abstände der Verdickungen 26 und 28 von der zweiten Baugruppe 14 in Richtung der Symmetrieachse des Anschlagbolzens bestimmen den Bereich, in dem die erste Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe 14 in diese Richtung bewegt werden kann.

Die Messvorrichtung 10 kann in sechs Freiheitsgraden Relativbewegungen oder Relativpositionen der ersten 12 und der zweiten Baugruppe 14 messen, nämlich Verschiebungen in drei linear unabhängigen Raumrichtungen und Drehungen um ebenfalls drei linear unabhängiger Raumrichtungen. Zu diesem Zweck sind, wie in Fig. 3 dargestellt, sechs positionsempfindliche Infrarotdetektoren 30 vorgesehen, die zusammen mit sechs Infrarotleuchtdioden (ILEDs) 32 und sechs Schlitzblenden sechs Messzellen bilden. Die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren 30 sind jeweils um

120° zueinander um die Symmetrieachse eine Zylinderfläche gedreht, die von einer Leiterplatte 34 definiert wird. Auf gleiche Weise sind die ILEDs 32 jeweils um 120° zueinander um dieselbe Symmetrieachse versetzt angeordnet. Die Symmetrieachse steht senkrecht auf der Leiterplatte 38 der ersten Baugruppe 12.

Die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren 30 sind in Paaren von übereinander liegenden Detektoren 30 angeordnet. Auf gleiche Weise sind auch die ILEDs 32 in Paaren übereinander liegender ILEDs 32 angeordnet. Dabei liegen die ILED-Paare 32 jeweils zwischen Paaren positionsempfindliche Infrarotdetektoren 30. Die Paare positionsempfindliche Infrarotdetektoren 30 bestehen aus jeweils einem positionsempfindlichen Infrarotdetektor 30 zum Erfassen eine Bewegung senkrecht zu der Ebene, die durch die Leiterplatte 38 der ersten Baugruppe definiert wird, und einem positionsempfindlichen Infrarotdetektor 30 zum Erfassen eine Bewegung in dieser Ebene.

Bei jeder Messzelle ist eine Schlitzblende 40 im Strahlengang der ILED vor dem positionsempfindlichen Infrarotdetektor angeordnet. Die Schlitzblende 40 weist einen schmalen Schlitz auf, so dass nur ein schmaler Lichtstreifen auf dem positionsempfindlichen Detektor 30 fällt. Die Schlitzrichtung der Schlitzblende 40 verläuft dabei senkrecht zu Detektorachse, also senkrecht zur Messrichtung des Detektors 30. Dadurch, das ein Element des Systems ILED 32, Schlitzblende 40 und positionsempfindlicher Infrarotdetektor 30 relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar angeordnet ist, kann die Messzelle Relativbewegungen und Relativpositionen erfassen.

Die ILEDs 32 und die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren 30 sind durch die senkrechte Leiterplatte 34 fest mit der Leiterplatte 38 der ersten Baugruppe verbunden. Die Leiterplatte 38 trägt außerdem noch weitere elektronische Komponenten zum Ansteuern der ILEDs 32 und zum Auswerten der Positionsinformation der positionsempfindlichen Detektoren 30. Die Blenden 40 sind beweglich hierzu mit der zweiten Baugruppe 14 fest verbunden. Die Schlitzblenden 40 die einem Paar übereinander liegender Detektoren 30 zugeordnet sind, sind zu einer einzigen Schlitzblende mit zwei zueinander senkrechten Schlitzen zusammengefasst.

Bei dem erfindungsgemäßen Steuerknüppel dienen die oberen Verdickungen 28 der Anschlageinrichtungen 24 gleichzeitig zu Befestigung des Steuergriffs des Steuerknüppels. Auf diese Weise ist der Steuerknüppel mit der ersten Baugruppe 12 der

- 11 -

Messvorrichtung 10 zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander verbunden. Die ringförmige dritte Baugruppe 16 bildet einen Teil des Gehäuses des Steuerknüppels. Auf diese Weise können Bewegungen des Griffs relativ zum Gehäuse in Relativbewegungen der ersten Baugruppe 12 zur dritten Baugruppe 16 und damit in Relativbewegungen der ersten Baugruppe 12 zur zweiten Baugruppe 14 umgesetzt und in der oben beschriebenen Weise gemessen werden.

## Ansprüche

1. Messvorrichtung (10), die aus mehreren Baugruppen besteht, von denen mindestens eine einen Kraft- und/oder Momentenfühler, zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Übersetzungsfedereinrichtung (20) aus vorgespannten Federn umfasst, die einen Luftspalt überbrücken, der durch einen bestimmten Abstand einer ersten und zweiten Baugruppe zu einer dritten Baugruppe definiert ist, wobei der Kraft- und/oder Momentenfühler mit einem der Gegenstände zumindest über die Übersetzungsfedereinrichtung (20) elastisch verbunden ist.
2. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie umfasst
  - einen Kraft- und/oder Momentenfühler mit mindestens
  - einer ersten Baugruppe (12), die mit einem der zwei Gegenstände verbunden ist,
  - einer zweiten Baugruppe (14), die durch mindestens eine Messfedereinrichtung (18) elastisch mit der ersten Baugruppe (12) verbunden ist, und
  - mindestens einer optoelektronischen Messzelle zum Messen der Position oder Bewegung der ersten (12) relativ zur zweiten Baugruppe (14), und
  - eine dritte Baugruppe (16), die mit dem anderen der zwei Gegenstände verbunden ist, und die durch die Übersetzungsfedereinrichtung (20) mit der zweiten Baugruppe (14) elastisch verbunden ist, wobei die Position der ersten Baugruppe (12) relativ zur dritten Baugruppe (16) von außen veränderbar ist, und die zweite Baugruppe (14) eine Position relativ zur ersten Baugruppe (12) einnimmt, die von der Position der dritten (16) relativ zur ersten Baugruppe (12) abhängt.
3. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Baugruppe (16) einen Innenraum definiert, in dem die erste (12) und die zweite Baugruppe (14) so angeordnet sind, dass sie durch den Luftspalt von der dritten Baugruppe (16) beabstandet sind.

4. Messvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Übersetzungsfedereinrichtung (20) ein Schraubenfederpaket umfasst, das bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind.
5. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Messfedereinrichtung (18) eine der nachfolgenden Komponenten oder Kombinationen daraus umfasst: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil.
6. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Messfedereinrichtung (18) drei Komponenten umfasst und die Komponenten der Messfedereinrichtung (18) bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind.
7. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste (12) und zweite Baugruppe (14) im Wesentlichen über die Komponenten der Messfedereinrichtung (18) elastisch miteinander verbunden sind.
8. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erste (12) und zweite Baugruppe (14) jeweils eine Leiterplatte umfassen.
9. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Komponente der Messfedereinrichtung (18) mindestens eine Schraubenfeder umfasst, die durch Löten fest mit der ersten (12) und zweiten Baugruppe (14) verbunden ist.
10. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, gekennzeichnet durch mindestens eine Anschlagereinrichtung (24), welche die Bewegung der ersten Baugruppe (12) relativ zur zweiten Baugruppe (14) begrenzt.

11. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sie mindestens sechs optoelektronische Messzellen umfasst um Bewegungen oder Positionen in sechs Freiheitsgraden zu erfassen.
12. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die optoelektronischen Messzellen auf dem Umfang eines Kreises liegen und bevorzugt in Paaren von übereinanderliegenden Messzellen angeordnet sind, und die Paare bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind.
13. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
jede optoelektronische Messzelle einen im Strahlengang einer Lichtemissionseinrichtung (32) angeordneten positionsempfindlichen Detektor (30) sowie eine im Strahlengang der Lichtemissionseinrichtung (32) zwischen der Lichtemissionseinrichtung (32) und dem positionsempfindlichen Detektor (30) angeordnete Schlitzblende (40) umfassen, wobei eine Detektorachse des positionsempfindlichen Detektors senkrecht zu einer Schlitzrichtung der Schlitzblende (40) ausgerichtet ist und ein Element eines Systems bestehend aus Lichtemissionseinrichtung (32), Schlitzblende (40) und Detektor (30) relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar ist.
14. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
bei jeder Messzelle die Schlitzblende (40) entweder auf der ersten (12) oder der zweiten Baugruppe (14) angeordnet ist und der positionsempfindliche Detektor (30) und die Lichtemissionseinrichtung (32) gemeinsam auf der jeweils anderen der beiden vorgenannten Baugruppen (12, 14) angeordnet sind.
15. Kraft- und/oder Momentensensor  
gekennzeichnet durch  
die Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
16. Steuerknüppel,  
gekennzeichnet durch
  - eine Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 15 oder
  - einen Kraft- und/oder Momentensensor nach Anspruch 15.



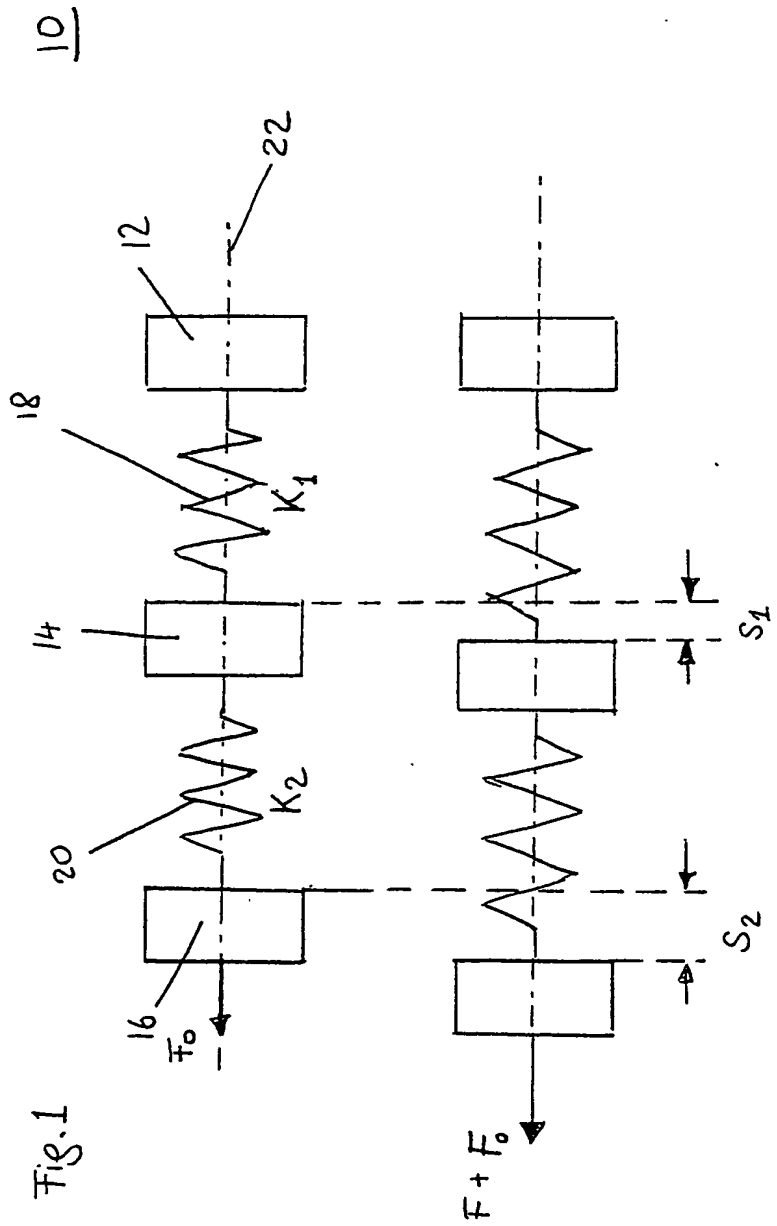


Fig. 2

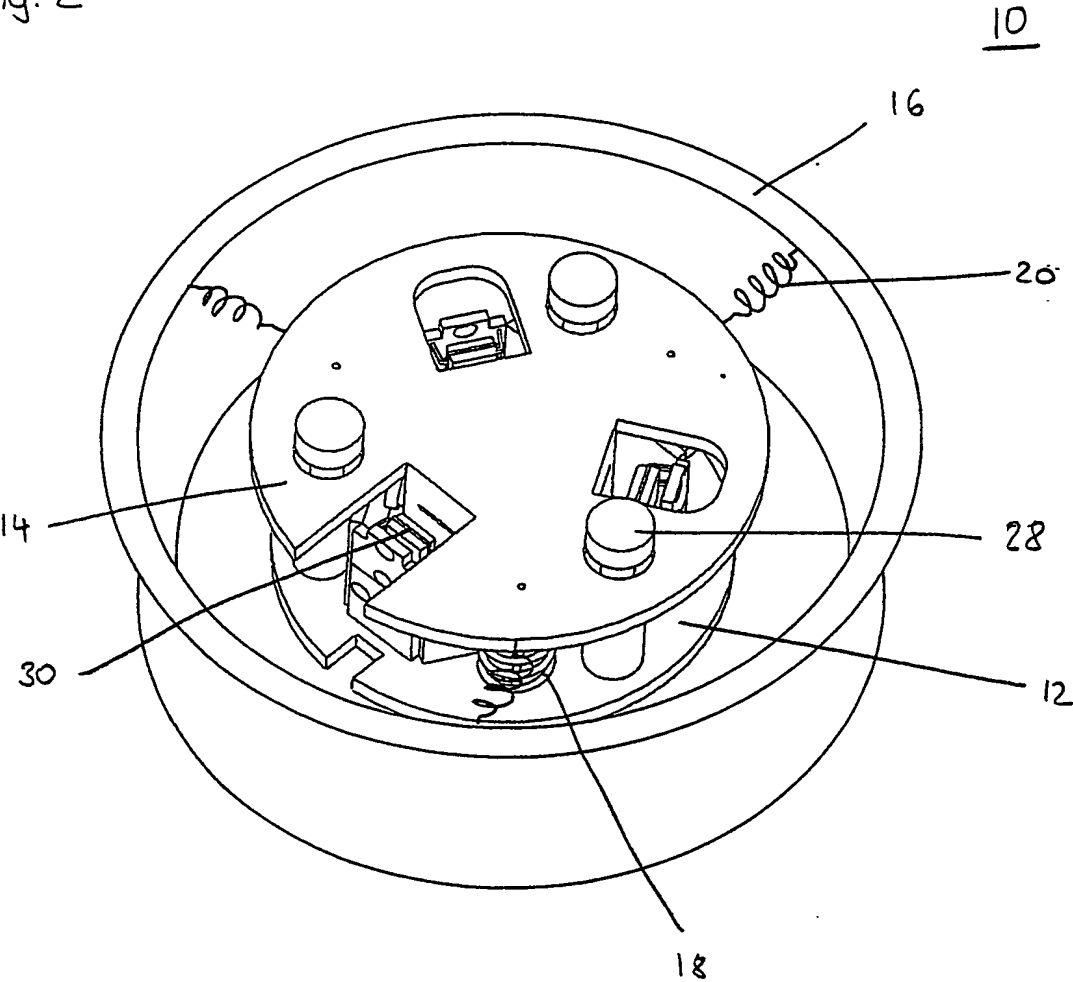
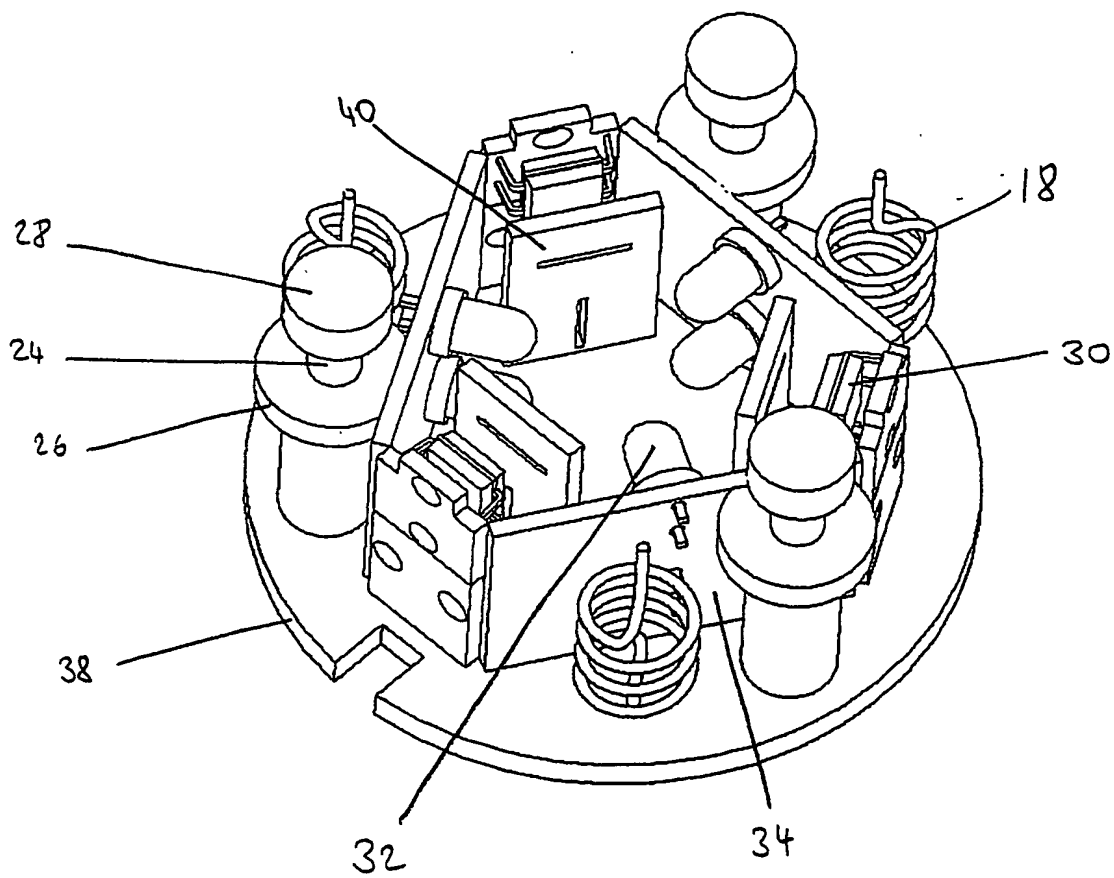


Fig. 3

12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/06058

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01L5/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01L G01D G06F G01B G05G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/056326 A1 (DIETRICH JOHANNES ET AL) 16 May 2002 (2002-05-16) page 1, paragraph 15 -page 2, paragraph 17 page 3, paragraph 39 -page 4, paragraph 56 figures 1-4	1-15
Y	---	16
Y	US 5 798 748 A (ROUNDTREE STEPHAN ET AL) 25 August 1998 (1998-08-25) the whole document	16
A	---	1-15
A	GB 1 470 352 A (STANFORD RESEARCH INST) 14 April 1977 (1977-04-14) the whole document	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 August 2003

Date of mailing of the international search report

21/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coda, R

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/06058

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002056326	A1	16-05-2002	DE 10034569 A1 DE 50100172 D1 EP 1195580 A2	31-01-2002 22-05-2003 10-04-2002
US 5798748	A	25-08-1998	AU 6030196 A CA 2222956 A1 DE 69623339 D1 DE 69623339 T2 EP 0886769 A2 JP 11511244 T WO 9639798 A2	30-12-1996 19-12-1996 02-10-2002 17-04-2003 30-12-1998 28-09-1999 19-12-1996
GB 1470352	A	14-04-1977	NONE	

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/06058

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01L5/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01L G01D G06F G01B G05G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/056326 A1 (DIETRICH JOHANNES ET AL) 16. Mai 2002 (2002-05-16) Seite 1, Absatz 15 -Seite 2, Absatz 17 Seite 3, Absatz 39 -Seite 4, Absatz 56 Abbildungen 1-4	1-15
Y	-----	16
Y	US 5 798 748 A (ROUNDTREE STEPHAN ET AL) 25. August 1998 (1998-08-25) das ganze Dokument	16
A	-----	1-15
A	GB 1 470 352 A (STANFORD RESEARCH INST) 14. April 1977 (1977-04-14) das ganze Dokument	1-5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. August 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/08/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Coda, R

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/06058

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002056326 A1	16-05-2002	DE 10034569 A1	31-01-2002
		DE 50100172 D1	22-05-2003
		EP 1195580 A2	10-04-2002
US 5798748 A	25-08-1998	AU 6030196 A	30-12-1996
		CA 2222956 A1	19-12-1996
		DE 69623339 D1	02-10-2002
		DE 69623339 T2	17-04-2003
		EP 0886769 A2	30-12-1998
		JP 11511244 T	28-09-1999
		WO 9639798 A2	19-12-1996
GB 1470352 A	14-04-1977	KEINE	